

УДК 632.952

Т. А. Калинина<sup>1</sup>, В. В. Герман<sup>1</sup>, М. А. Яшная<sup>1</sup>,  
К. Л. Обыденнов<sup>1</sup>, Н. А. Галиева<sup>1</sup>, Т. В. Березкина<sup>1</sup>,  
В. А. Бакулев<sup>1</sup>, Т. В. Глухарева<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 28,  
t.a.kalinina@urfu.ru

<sup>2</sup>Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского, УрО РАН,  
620990, Россия, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской/Академическая, 20/22

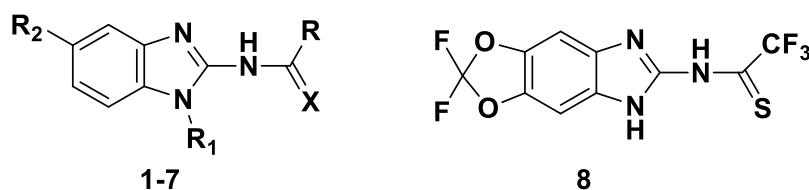
## ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНГИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ БЕНЗИМИДАЗОЛОВ НА ЛИСТЬЯХ ОГУРЦА И РАПСА

**Ключевые слова:** *Brassica napus*, *Cucumis sativus*, бензимидазол, фунгицидная активность.

Поиск новых высокоэффективных фунгицидов для защиты растений от грибковых заболеваний остается актуальной задачей из-за распространения резистентности фитопатогенных грибов к фунгицидным препаратам. В сельском хозяйстве для защиты зерновых, плодовых и овощных культур в настоящее время широко применяются фунгициды – производные бензо[*d*]имидазола, например, такие как карбендазим, беномил, тиабендазол, фуберидазол [1].

С целью поиска новых фунгицидов в ряду бензо[*d*]имидазолов нами изучена биологическая активность ряда бензо[*d*]имидазол-2-илкарбоксамидов и бензо[*d*]имидазол-2-илкарботиоамидов [2]. Были обнаружены соединения, проявляющие высокую фунгицидную активность *in vitro* в отношении 13 штаммов грибов, а также определены значения полумаксимальных эффективных концентраций наиболее активных веществ.

Проведены испытания фунгицидной активности веществ **1–8** (рис. 1) на листьях *Cucumis sativus* L. и *Brassica napus* L. Для данного исследования использовалась модифицированная нами описанная в литературе методика [3].



X: O (1, 3), S (2, 4-7);

R: Ph (1-2, 6), thien-2-yl (3), 2,4-Cl<sub>2</sub>C<sub>6</sub>H<sub>3</sub> (4-5), 4-methyl-1,2,3-thiadiazol-5-yl (7)

R<sup>1</sup>: H (1-4, 6-7); CH<sub>3</sub> (5)

R<sup>2</sup>: H (1-5, 7), CO<sub>2</sub>Et (6)

Рисунок 1. Производные бензо[*d*]имидазола (**1–8**)

Оценка результатов проводилась измерением площади некротических пятен на листьях на 5 сутки. В таблице представлены результаты расчета процента ингибирования поражения листьев относительно контроля (листья, обработанные стерильной водой).

Таблица

Процент ингибирования заражения на листьях огурца и рапса,  
обработанных производными бензо[d]имидазола (1–8)

Вид гриба	Соединения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
На листьях <i>Cucumis sativus</i> L.								
<i>Plenodomus lingam</i>	26,25	30,63	<b>73,41</b>	<b>71,72</b>	0	<b>52,82</b>	<b>61,54</b>	<b>78,18</b>
<i>Botrytis cinerea</i>	<b>84,55</b>	0	<b>100</b>	<b>51,17</b>	0	16,15	40,23	0
<i>Alternaria brassicicola</i>	23,92	18,46	0	35,69	38,29	33,61	45,50	0
На листьях <i>Brassica napus</i> L.								
<i>Plenodomus lingam</i>	<b>40,82</b>	24,97	16,41	32,74	24,13	29,5	49,49	9,57
<i>Sclerotinia sp. Fuckel</i>	<b>60,7</b>	11,59	18,03	24,83	4,94	26,25	44,28	0

Было отмечено, что большинство из изученных соединений ингибирует поражение листьев огурца *P. lingam*. Наилучшие результаты были получены для соединения 7, содержащего 1,2,3-тиадиазольный заместитель. Показано, что это вещество препятствует развитию заболевания на листьях обоих видов растений в отношении всех исследуемых фитопатогенов (рис. 2).

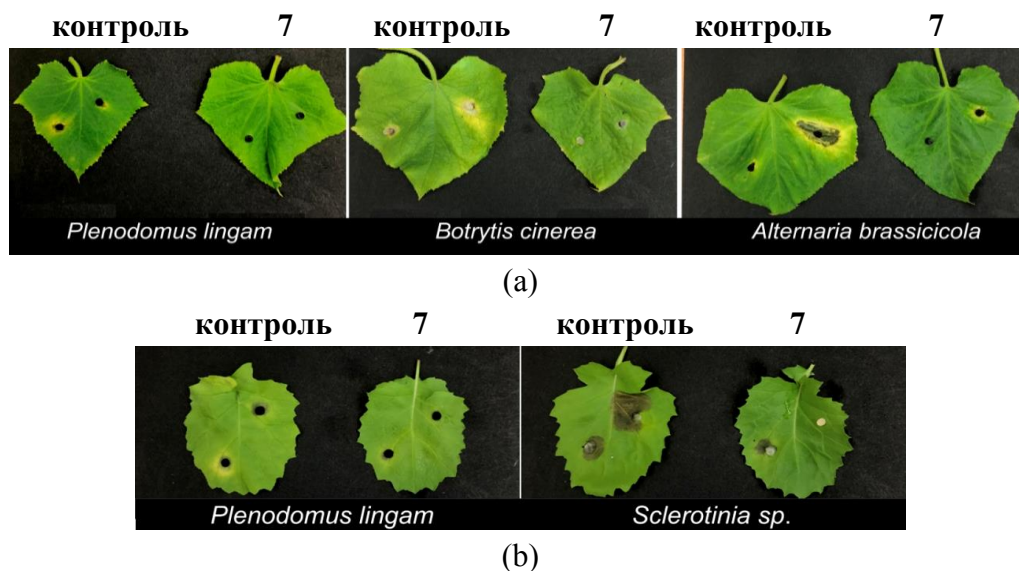


Рисунок 2. Листья огурца (а) и рапса (б), зараженные фитопатогенными грибами в контроле (вода) и после обработки раствором соединения 7

На основании полученных данных на листьях огурца и рапса, а также данных оценки фунгицидной активности *in vitro* (вещество не проявляет высокой фунгицидной активности) можно сделать предположение, что соединение 7 стимулирует системную устойчивость растений. Однако необходимо проведение дальнейших исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-316-20018.

### Список литературы

1. Raghunath M., Viswanathan C. L. // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 2014. Vol. 6. P. 17–25.
2. Rupakova N. A., Bakulev V. A., Knippschild U. et al. // Arkivoc. 2017. Vol. 2017. P. 225–240.
3. Yan W., Wang X., Li K. et al. // Pesticide Biochemistry and Physiology. 2019. Vol. 156. P. 160–169.